

CIRCULAR TÉCNICA

74

Manaus, AM
Dezembro, 2019

Uso de filtro biológico para promover melhorias na qualidade da água de um viveiro experimental na Embrapa Amazônia Ocidental

Thayssa Larrana Pinto da Rocha
Géssica Aline Nogueira dos Santos
Marcos Froz Batista
Larissa Lira de Oliveira
Celso Scherer Filho
Cheila de Lima Boijink
Jony Koji Dairiki

OBJETIVOS DE
DESENVOLVIMENTO
SUSTENTÁVEL



Uso de filtro biológico para promover melhorias na qualidade da água de um viveiro experimental na Embrapa Amazônia Ocidental¹

Introdução

A água é um recurso ambiental de vital importância para a existência de vida no planeta, ela é responsável por mais de 80% da composição da Terra e pode ser encontrada sob três formas básicas: sólida, líquida e gasosa (Almeida, 2010).

Segundo o Conselho Nacional de Meio Ambiente (Conama), a água integra as preocupações com o desenvolvimento sustentável. A Constituição Federal e a Lei nº 6.938 de agosto de 1981 visam controlar o lançamento de poluentes no meio ambiente, proibindo aqueles de níveis nocivos ou perigosos tanto para os seres humanos quanto para outras formas de vida (Brasil, 2011).

A aquicultura no Brasil é uma atividade bastante difundida e em constante crescimento. Seu valor de produção já ultrapassou os 4 bilhões de reais, cuja maior parte é resultante da criação de peixes, que em 2016 atingiu 507,12 mil toneladas.

Dados recentes da Associação Brasileira de Aquicultura (ABRAQ) (2018) mostram Rondônia como o segundo maior produtor de peixes nativos no Brasil, com 77 mil toneladas produzidas. No estado do Amazonas, a produção foi de 28 mil toneladas de peixes nativos em 2017. O município de Rio

¹ Thayssa Larrana Pinto da Rocha, bolsista de Iniciação Científica, Pibic/CNPq/Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM. Géssica Aline Nogueira dos Santos, bolsista de apoio técnico Universal/Fapeam/Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM. Marcos Froz Batista, bolsista de Iniciação Científica, Pibic/CNPq/Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM. Larissa Lira de Oliveira, bolsista de Iniciação Científica, Paic/Fapeam/Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM. Celso scherer filho, engenheiro-agrônomo, mestrando do Programa de Pós-graduação em Ciência Animal, PPGCAN/Capes/Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM. Cheila de Lima Boijink, bióloga, D.Sc. em Ciências Fisiológicas, pesquisadora da Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM. Jony Koji Dairiki, engenheiro-agrônomo, D.Sc. em Ciência Animal e Pastagens, pesquisador da Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM.

Preto da Eva é considerado o maior produtor de peixes desse estado, com registro de 13,31 mil toneladas (Brasil, 2016).

A aquicultura, bem como outras atividades agrícolas, gera algum tipo de impacto ambiental quando desenvolvida. Nesse sentido há a eminente importância em fazer uso de ações mitigadoras desses impactos (Hussar; Bastos, 2008).

Os piscicultores sem conhecimento e sem recurso não costumam tratar corretamente as águas utilizadas no processo de criação de peixes e dos efluentes gerados. O uso de sistemas que façam o devido tratamento da água traz vantagens por implicar diretamente em melhoria de produção. Com o grande aumento na produção de peixes, há uma preocupação com o meio ambiente, haja vista que produzir de forma errada na aquicultura leva a grande impacto ambiental quanto aos dejetos excretados pelos peixes, restos de ração e à amônia nos efluentes (Silva et al., 2013).

As macrófitas aquáticas são plantas que fazem fotossíntese, auxiliam também no processo de ciclagem da água por zonas de raízes, além de outros benefícios. Elas podem ser submersas, parcialmente submersas ou flutuantes; crescem em águas salobras, doces, águas interiores e costeiras (Pompêo, 2008, 2017). Atualmente são responsáveis por absorver nitrogênio e fósforo que futuramente degradariam a qualidade da água. Uma espécie em destaque é a chamada *Eichhornia crassipes* ou popularmente aguapé, espécie flutuante bastante utilizada nos tratamentos de efluentes, responsável por realizar a absorção do fósforo total, fósforo dissolvido, nitrogênio orgânico total e dissolvido, nitrogênio amoniacal, nitrito, nitrato, além de melhorar a turbidez da água (Henry-Silva; Camargo, 2008a, 2008b; Biudes; Camargo, 2018).

Os filtros plantados com macrófitas se destacam por ser uma tecnologia de baixo custo operacional na fase de implantação e manutenção. No Brasil as condições climáticas são favoráveis para a construção desses filtros biológicos (Olijnyk, 2008).

O objetivo geral do trabalho foi avaliar e monitorar a qualidade da água de um viveiro escavado destinado à experimentação, composto por um sistema de filtro biológico construído nas dependências da Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, Amazonas, Brasil.

Metodologia

Local do ensaio

O experimento foi conduzido no Setor de Piscicultura (02°53'21,9"S e 059°58'10,1"O – 103 m) da Embrapa Amazônia Ocidental (Figuras 1A e 1B). Nesse setor são realizados diversos ensaios na área de nutrição, reprodução e sanidade das principais espécies de peixes comerciais do estado do Amazonas, que são o tambaqui (*Colossoma macropomum*) e o matrinxã (*Brycon amazonicus*) (Figuras 2A e 2B).

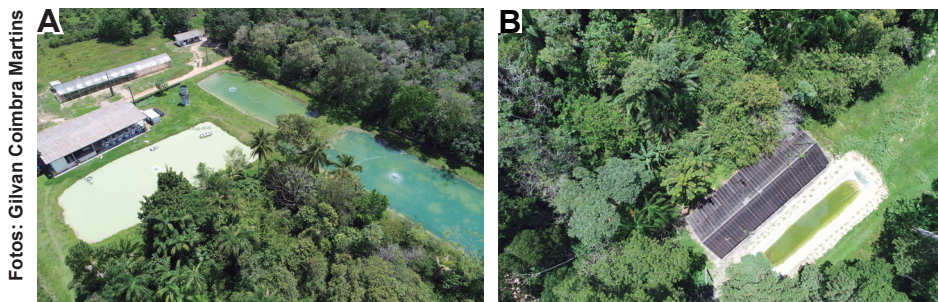


Figura 1. A) Vista aérea do setor de piscicultura da Embrapa Amazônia Ocidental; B) vista aérea do viveiro experimental da unidade.

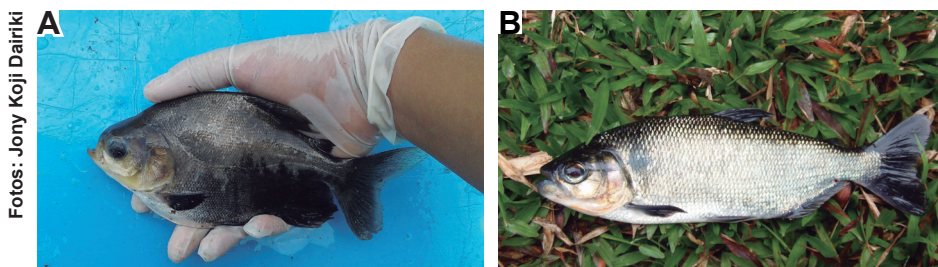


Figura 2. A) Juvenil de tambaqui; B) juvenil de matrinxã.

Preparo do viveiro e das unidades experimentais

O viveiro escavado onde foram realizados os experimentos de nutrição e sanidade de peixes possui uma área de 22 m² e é revestido com lona plástica transparente (Figuras 3A e 3B). Para que esse viveiro tenha boas condições para receber os peixes foram utilizadas práticas de adubação e calagem para indução da formação e obtenção do plâncton (composto por fitoplâncton e zooplâncton) (Figuras 4A, 4B e 4C).

Fotos: Samila P. de Oliveira



Foto: Thayssa da Rocha

Figura 3. A) Viveiro escavado revestido com lona plástica; B) mensuração da transparência da água com o auxílio de um disco de Secchi.



Foto: Thayssa da Rocha

Figura 4. A) Prática de calagem; B) pesagem da ureia; C) aplicação de adubação química e orgânica no viveiro escavado.

Esses organismos se tornaram os alimentos secundários dos tambaquis e/ou matrinxãs experimentais. Limpezas semanais foram realizadas no viveiro para a retirada de folhas e galhos que caem das árvores próximas e que podem aumentar a quantidade de matéria orgânica prejudicial à qualidade da água. Foram alocadas dentro do viveiro 40 gaiolas plásticas flutuantes de volume útil de 60 L, consideradas as unidades experimentais, que receberam os lotes de tambaqui e/ou matrinxã (Figuras 5A e 5B). Pela limitação de espaço na gaiola foram alocados para avaliação juvenis entre 5 g e 30 g, que recebiam, de acordo com os tratamentos, rações com inclusão de ingredientes não convencionais em duas refeições diárias até a saciedade aparente.

Fotos: Jony Koji Daíriki

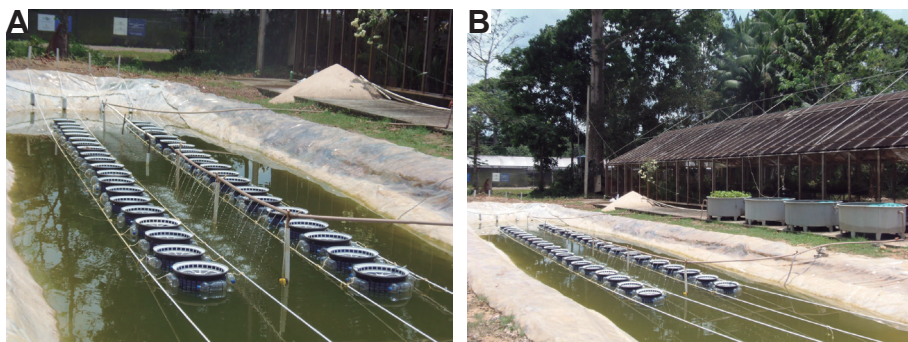


Figura 5. A) Gaiolas flutuantes experimentais; B) gaiolas flutuantes instaladas próximas ao sistema de filtragem biológica.

Principais parâmetros de qualidade da água monitorados

Os parâmetros de qualidade da água, como pH, oxigênio dissolvido e temperatura, foram medidos por meio dos aparelhos oxímetro e potenciômetro (Figuras 6A e 6B). Além disso foram monitorados semanalmente os níveis de amônia, nitrito, alcalinidade e dureza da água. Amostras da água foram coletadas periodicamente e analisadas no Laboratório de Piscicultura da Embrapa Amazônia Ocidental. As amostras foram avaliadas quanto a alcalinidade total, determinada por titulação, usando-se como titulante ácido sulfúrico 0,1N. A dureza foi determinada por titulação com o complexante EDTA (ácido etilendiamino tetra-acético). As concentrações de nitrito foram determinadas por

método descrito pela American Public Health Association (APHA) (2005) e os valores de amônia foram obtidos pelo método do Fenol, descrito por Koroleff (1976) (Figuras 7A e 7B).

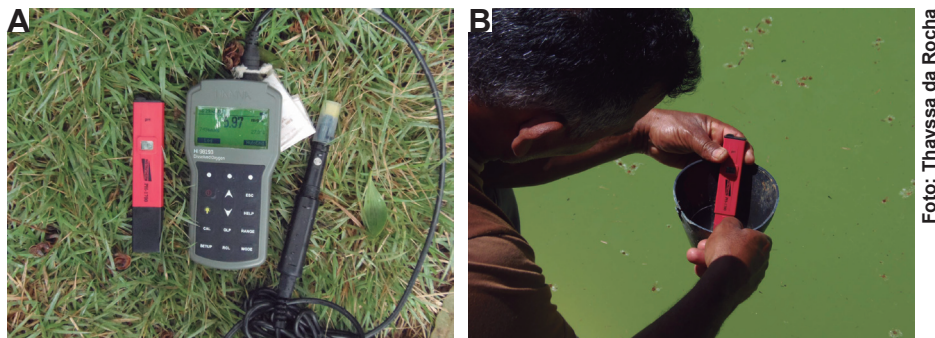


Figura 6. A) pHmetro e oxímetro digital; B) medição do pH do viveiro experimental.



Figura 7. A) Coleta de água para análise laboratorial; B) amostras de água.

pH

Para a medição do pH, utilizou-se o potenciômetro da marca Instrutherm, modelo pH-1700, coletando-se um pouco de água de cada filtro e da entrada e saída do tanque; posteriormente o eletrodo do aparelho foi imerso totalmente na água, a aferição foi realizada após sua estabilização.

Oxigênio dissolvido

Utilizou-se para a quantificação do oxigênio um aparelho chamado oxímetro da marca Hanna instrumentos, modelo HI 98193. Após inserir a sonda eletrolítica na água foi necessário agitação por 5 minutos para que ela absorvesse o oxigênio e estabilizasse completamente.

Temperatura

O aparelho oxímetro da marca Hanna instrumentos, modelo HI 98193, também assinalava a temperatura da água simultaneamente à coleta de dados do oxigênio.

Construção do filtro biológico

Para a construção do filtro biológico, cujo objetivo era promover melhoria da qualidade da água do viveiro experimental, foram utilizadas quatro caixas d'água de 2.000 L acondicionadas ao lado desse viveiro (Figuras 8A e 8B e 9A, 9B, 9C, 9D, 9E, 9F e 9G). Essas foram interligadas, e a água proveniente foi bombeada do viveiro com o auxílio de uma bomba hidráulica submersa.

Fotos: Thayssa da Rocha

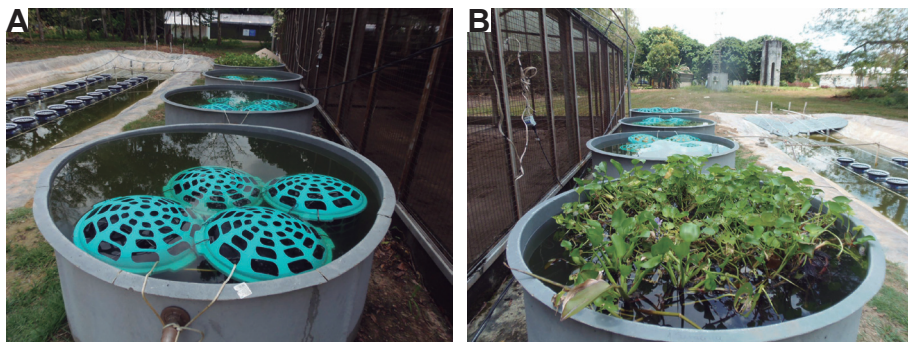


Figura 8. A) Filtro biológico (entrada); B) filtro biológico (saída).

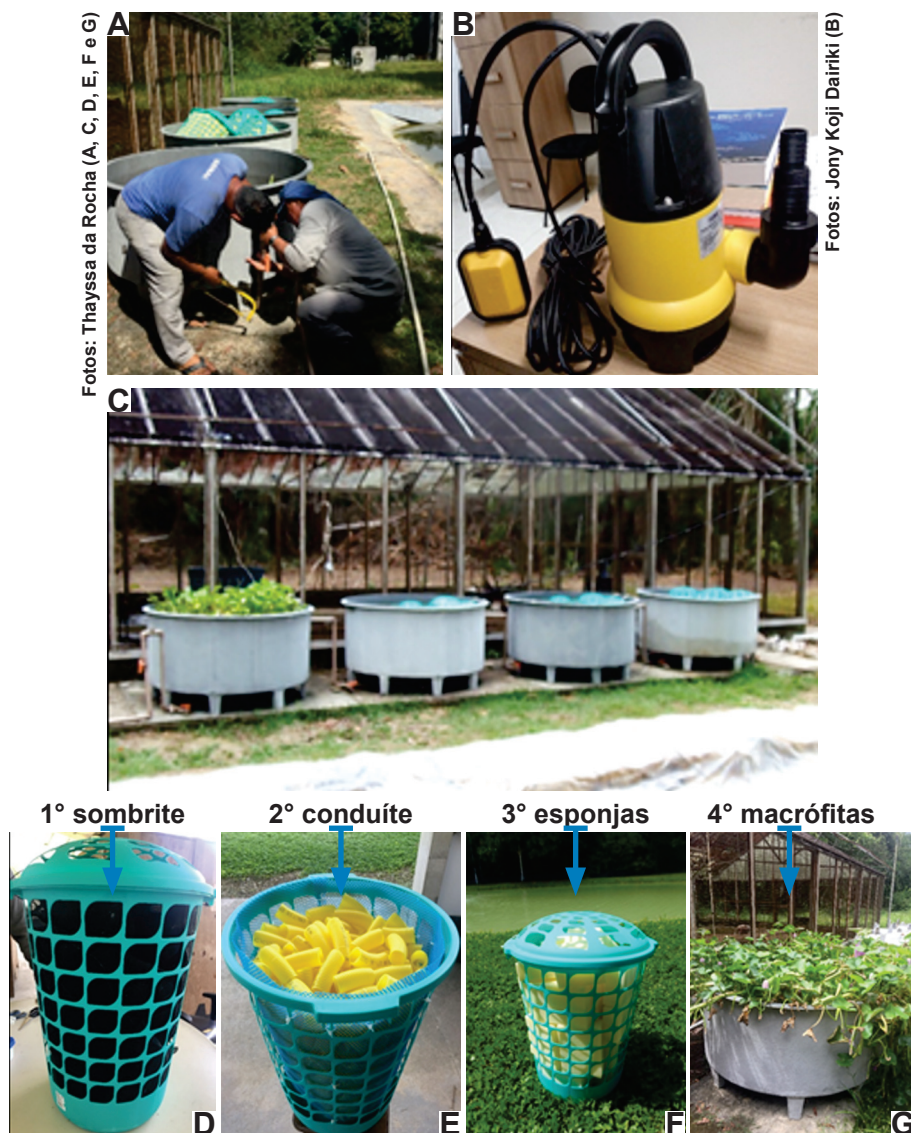


Figura 9. A) Montagem; B) bomba submersa; C) filtro completo; D) cesto com sombrite; E) cesto com conduíte; F) cesto com espuma; G) caixa d'água com macrófitas.

Projeto Construção do Filtro Biológico – Viveiro Escavado – Embrapa Amazônia Ocidental

(Croqui Básico)

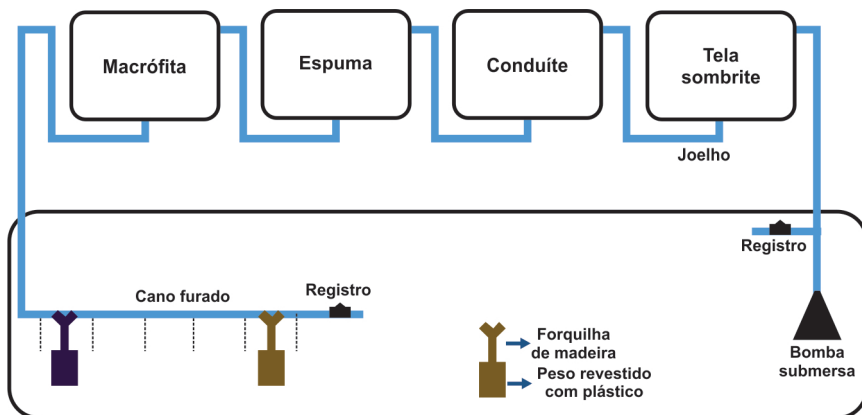


Ilustração: Jony Koji Dairiki

Na primeira caixa foram utilizadas telas para retenção dos sólidos. Na segunda caixa foram utilizados elementos fixadores de bactérias nitrificantes. Na terceira caixa foram utilizadas espumas para a retenção de partículas finas suspensas na água. Na última caixa foi utilizada a macrófita aquática flutuante da espécie *E. crassipes* (aguapé), que foi selecionada para aproveitar os poluentes excretados pelos peixes na forma de amônia que, com a transformação das bactérias nitrificantes, se modifica para nitrato, altamente absorvível pelas plantas.

Todas as caixas estavam interligadas pelo sistema hidráulico, que se unia à bomba de sucção; ao término desse circuito, a água retornava para o viveiro por gravidade, promovendo a oxigenação. Com o uso desse filtro ocorreu o processo de reciclagem da água e também melhorias para a manutenção dos peixes e das condições ideais de experimentação.

Análise estatística

Os dados de qualidade da água coletados foram submetidos à análise de variância e ao teste de comparação de médias Tukey ($\alpha=5\%$) por meio do uso do sistema computacional SAS (SAS Institute INC., 2006).

Resultados

Não houve diferença significativa nos parâmetros de qualidade da água avaliados, especialmente nas amostras de água coletadas nos compartimentos do filtro biológico. A amônia presente nos filtros biológicos apresentou baixa concentração, como mostra a Tabela 1, resultado possivelmente da ação das bactérias nitrificantes (nos compartimentos intermediários do filtro) e das macrófitas presentes na última parte do filtro biológico, que é responsável pela absorção desses elementos químicos. Macedo e Sipaúba-Tavares (2010) preconizam que a amônia é o principal resíduo excretado pelos organismos aquáticos, contribuindo para o aumento dos resíduos orgânicos presentes nesse ambiente.

Tabela 1. Valores de nitrito, amônia, alcalinidade e dureza da água do viveiro experimental no período de monitoramento.

Compartimento Filtro	Nitrito mg/L	Amônia mg/L	Alcalinidade mg/L	Dureza mg/L
Entrada	0,006 ± 0,006	0,046 ± 0,018	15,40 ± 1,91	53,21 ± 16,17
Sombrite	0,004 ± 0,003	0,215 ± 0,321	14,93 ± 2,90	54,37 ± 14,50
Conduíte	0,002 ± 0,002	0,124 ± 0,159	13,99 ± 3,85	54,07 ± 14,40
Espuma	0,002 ± 0,004	0,061 ± 0,073	13,67 ± 3,91	54,51 ± 15,13
Macrófita	0,002 ± 0,001	0,56 ± 0,024	15,56 ± 6,40	52,94 ± 14,80

Como o viveiro foi construído para abranger estudos com tambaqui e matrinxã (espécies onívoras), espera-se menor excreção nitrogenada, entretanto há necessidade premente de controlar e manter a qualidade da água com o uso de estratégias de reciclagem, como, por exemplo, o uso do filtro biológico. Ismino-Orbe et al. (2003) observaram que o tambaqui (*C. macropomum*)

excreta menos amônia na água se comparado com espécies carnívoras, que consomem mais nitrogênio (na forma de proteína e aminoácidos).

Em águas com maior quantidade de fitoplâncton há também predominantemente maior quantidade de cálcio e carbono, contribuindo dessa forma para o aumento da alcalinidade total, em comparação a águas muito claras ou sem fitoplâncton (Holanda; Sá, 2010).

Queiroz e Boeira (2007) consideram o nitrito como sendo a atividade biológica de decomposição das proteínas contidas na matéria orgânica e que se origina da oxidação da amônia por intermédio das bactérias quimiautotróficas. O nitrito presente no viveiro variou de 0,000 a 0,007 mg/L, apresentando alguns valores discrepantes, como mostra a Figura 10. Nos gráficos dessa figura detectaram-se “outliers” no dia 8/10.

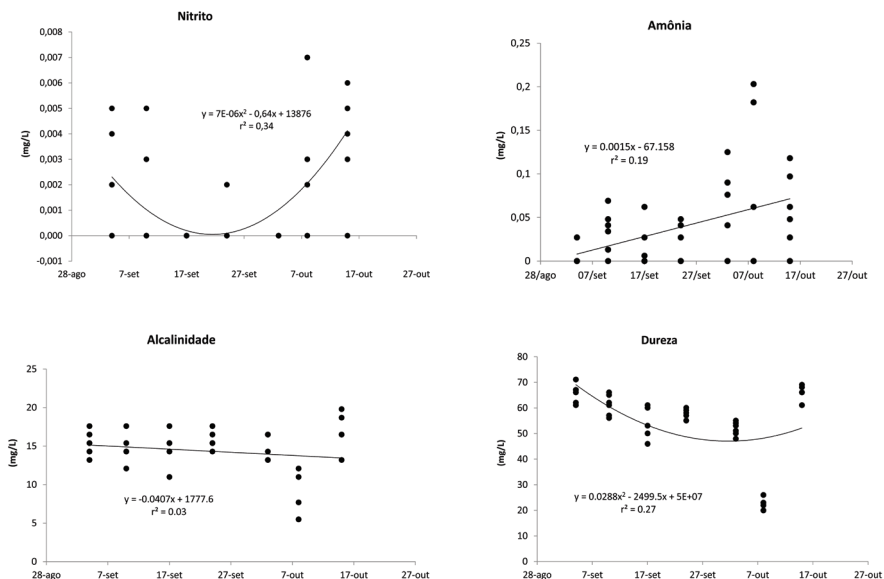


Figura 10. Valores de nitrito, amônia, alcalinidade e dureza da água do viveiro experimental no período de monitoramento.

No caso do viveiro em experimento, os níveis de amônia foram mínimos, possivelmente por causa da baixa quantidade de biomassa presente no tanque (juvenis de tambaqui e matrinxã presentes nas gaiolas experimentais) e pela ação do filtro biológico. Segundo Pereira e Mercante (2005), a amônia é encontrada na água e se torna tóxica para peixes quando há uma elevação do valor de pH (meio básico). Ela é dependente da biomassa de peixes estocada, ou seja, quanto maior o adensamento, maior a excreção nitrogenada.

A alcalinidade em níveis ideais de 32 a 58 mg de CaCO_3/L traz benefícios, pois proporciona melhor crescimento e disponibiliza nível ideal de cálcio para os peixes. Pelos valores apresentados na Figura 10, a alcalinidade precisa ser aumentada para proporcionar o melhor desempenho dos peixes experimentais. Para Rojas e Rocha (2004), a alcalinidade representa a quantidade de sais minerais presentes na água, como carbonatos e bicarbonatos, e ainda auxilia na produção de plâncton na água. O efeito “tampão” promovido com alcalinidade adequada é benéfico para manter o pH da água mais estável (evitando alterações bruscas), consequentemente reduzindo o problema da amônia tóxica, que é comum em águas com pH elevado. Desta forma, uma das possíveis práticas para proporcionar essa melhoria está relacionada com a calagem, ou seja, a reaplicação de calcário hidratado em dosagem calculada com base na metragem do viveiro experimental e aplicado “a lanço”. Para Parron et al. (2011), a dureza da água é resultado das somas das durezas temporárias (de carbonato) e das durezas permanentes (não carbonato) e é definida por análises titulométricas.

A queda da dureza deve-se à quantidade de sais (cálcio e magnésio) encontrada na água, quanto menor o valor desses sais, menor será o valor da dureza, e em quantidades inferiores a 20 mg/L pode-se considerar uma água mole. No geral, no período do monitoramento da água, a dureza da água do viveiro experimental não foi considerada mole e estava adequada para a criação e experimentação das espécies de peixes avaliadas na Embrapa Amazônia Ocidental.

No tanque experimental, o pH variou entre 7,0 e 8,0, sendo considerado um ótimo valor para a produção de peixes (Tabela 2), uma vez que dados extre-

mos (tanto para baixo como para cima) trazem problemas para os organismos aquáticos presentes na água e consequentemente para o produtor, que precisa de um bom desempenho dos animais.

Tabela 2. Valores de pH, oxigênio dissolvido e temperatura da água do viveiro experimental no período de monitoramento.

Compartimento Filtro	pH	O.D. mg/L	T. °C
Entrada	8,23 ± 0,71	6,45 ± 2,47	32,69 ± 1,67
Sombrite	8,07 ± 0,29	4,34 ± 0,66	32,62 ± 1,63
Conduíte	7,97 ± 0,27	3,95 ± 1,02	31,82 ± 1,83
Espuma	7,84 ± 0,25	3,49 ± 0,99	31,29 ± 1,86
Macrófita	7,84 ± 0,45	2,59 ± 1,14	31,91 ± 1,74

Em conjunto da transparência da água (medida com o auxílio do disco de Secchi), o oxigênio dissolvido pode ser correlacionado, ou seja, ao se obter uma baixa transparência da água há maior probabilidade de se obter maior valor de oxigênio presente, pois menor transparência pode significar maior quantidade de fitoplâncton no viveiro, que são organismos compostos por algas responsáveis por produzir oxigênio por fotossíntese. Vale ressaltar que a correlação desses parâmetros só é válida em condições adequadas de monitoramento, ou seja, o uso do disco de Secchi e do oxímetro/kit deve ser realizado em horário, local e posição corretos, conforme orientações de Siste et al. (2011).

O oxigênio pode ser observado por meio da utilização de kits (mais acessíveis) e/ou com o uso de equipamento denominado oxímetro (mais preciso, porém mais caro). Segundo Leite et al. (2017), o monitoramento do oxigênio dissolvido na água é um dos principais parâmetros a serem analisados, tendo em vista a importância desse elemento para os seres vivos. Com relação à temperatura, o ideal para produção de peixes é proporcionar menor amplitude térmica, que é obtida por meio do uso de equipamentos denominados aquecedores ou termostatos. Segundo Lachi e Sipaúba-Tavares (2008), a temperatura está diretamente associada às condições climáticas, causando variações durante meses em determinadas regiões. Na época do verão, a

temperatura aumenta e há mais produção de fitoplâncton; e em época de inverno a temperatura cai, causando baixa oxigenação na água e também baixa temperatura.

Nos filtros biológicos observa-se uma queda no valor do oxigênio presente, isso ocorre por causa do próprio tratamento dos elementos filtrantes, que tornavam a água 100% transparente e por esse motivo não produziam microalgas, causando queda no oxigênio, voltando a estabilizar na saída dos filtros. Cantizani (2013) afirma que o oxigênio dissolvido deve se manter entre 5,0 e 9,0 mg/L para que atenda as exigências das principais espécies tropicais como, por exemplo, o tambaqui (*C. macropomum*).

Outro fator importante que pode explicar a queda do oxigênio está relacionado com as bactérias nitrificantes (presentes no compartimento conduíte), que são as principais transformadoras da amônia em nitritos, por meio das nitrossomonas, e de nitrito em nitrato pelas nitrobactérias (nitrobacter). Esse processo de transformação é conhecido como ciclo do nitrogênio, que para ocorrer exige oxigênio dissolvido na água.

Reis e Mendonça (2009) preconizam que quanto maior a temperatura e o pH da água, mais tóxica se torna a amônia, nesse caso ela precisa ser removida para não prejudicar o desempenho dos peixes. No presente monitoramento foi detectada uma diminuição dos níveis de amônia após a passagem da água no filtro e especificamente pelo compartimento conduíte. Essa diminuição está relacionada com a ação das bactérias nitrificantes e foi positiva para a manutenção da qualidade da água para experimentação. Concomitantemente, o uso do aguapé pode ter auxiliado na manutenção dos níveis adequados de compostos nitrogenados, uma vez que a espécie *E. crassipes* consegue remover alta porcentagem de amônia (70%) e nitrito (40%), segundo Henry-Silva e Camargo (2006).

Considerações finais

A construção do filtro biológico promoveu os benefícios esperados, ao proporcionar a manutenção da qualidade da água do viveiro experimental. As

macrófitas foram responsáveis pela retirada dos metabólitos nitrogenados do viveiro. O compartimento que continha o material conduíte produziu as bactérias quimiautotróficas, que foram incumbidas de reduzir os valores de nitrito e amônia na água. Ainda são necessários ajustes para a consolidação do sistema, mas a experimentação poderá ser realizada com maior segurança com a utilização do filtro biológico.

Agradecimentos

Aos empregados do setor de piscicultura da Embrapa Amazônia Ocidental José Marconde da Costa e Silva, Edson Paiva Afonso e Irani da Silva de Moraes pelo essencial e importante auxílio.

Referências

ALMEIDA, O. A. **Qualidade da água de irrigação**. Cruz das Almas: Embrapa, 2010. 219 p.

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION-APHA. **Standard methods for the examination of water and wastewater. 21th ed.** Washington, DC: American Water Works Association and Water Environmental Federation, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE AQUICULTURA. **Anuário 2018**. Disponível em: <<https://www.peixebr.com.br/anuario2018/>>. Acesso em: 28 set. 2018.

BIUDES, J. F. V.; CAMARGO, A. F. M. **Uso de macrófitas aquáticas no tratamento de efluentes de aquicultura**. Disponível em: <[www.ablimno.org.br/boletins/pdf/bol_38\(2-1\).pdf](http://www.ablimno.org.br/boletins/pdf/bol_38(2-1).pdf)>. Acesso em: 03 abr. 2018.

BRASIL. Resolução Conama nº 430 de 13 de maio de 2011. Dispõe sobre condições e padrões de lançamento e efluentes. **Diário Oficial da União**, 16 maio 2011.

BRASIL. **Produção municipal 2016**. Rio de Janeiro, 2016. v. 44. 17 p.

CANTIZANI, M de S. **Manejo alimentar de tambaqui *Colossoma macropomum* (CUVIER, 1818) utilizando modelo matemático de crescimento**. 2013. 81 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Pesqueiras nos Trópicos) - Universidade Federal do Amazonas, Manaus.

HENRY-SILVA, G. G.; CAMARGO, A. F. M. Eficiência de macrófitas aquáticas no tratamento de efluentes de viveiro de tilápia do Nilo. **Scientia Agricola**, v. 63, n. 5, p. 433-438, 2006.

HENRY-SILVA, G. G.; CAMARGO, A. F. M. Impacto das atividades de aquicultura e sistemas de tratamento de efluentes com macrófitas aquáticas – relato de caso. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 34, n. 1, p. 163-173, 2008a.

HENRY-SILVA, G. G.; CAMARGO, A. F. M. Tratamento de efluentes de carcinicultura por macrófitas aquáticas flutuantes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 2, p. 181-188, 2008b.

HOLANDA, C. D.; SÁ, V. C. Efeito da fotossíntese na alcalinidade da água de cultivo da tilápia do Nilo. **Revista Ciência Agronômica**, v. 41, n. 1, p. 67-72, jan.-mar. 2010.

HUSSAR, J. H.; BASTOS, M. C. **Engenharia Ambiental**, v. 5, n. 3, p. 274-285, dez. 2008.

ISMINO-ORBE, R. A.; ARAUJO-LIMA, C. A. R. M.; GOMES, L. de C. Excreção de amônia por tambaqui (*Colossoma macropomum*) de acordo com variações na temperatura da água e massa do peixe. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 38, n. 10, p. 1243-1247, 2003.

KOROLEFF, F. Determination of nutrients. In: GRASSHOFF, K.; KREMLING, K.; EHRHARDT, M. (Ed.). **Methods of seawater analysis**. Berlin: Verlag Chemie Weinheim, 1976. p. 117-181.

LACHI, G. B.; SIPAUBA-TAVARES, L. H. Qualidade da água e composição fitoplanctônica de um viveiro de piscicultura utilizado para fins de pesca esportiva e irrigação. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 34, n. 1, p. 29-38, 2008. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/1116>>. Acesso em: 03 abr. 2018.

LEITE, R. A.; ABREU, P. C.; SENS, D. R. **Avaliação dos parâmetros de qualidade da água em viveiros escavados no cultivo de tambaqui (*Colossoma macropomum*)**. In: JORNADA de iniciação científica. [Palmas]: Instituto Federal de Tocantins, 2017.

MACEDO, C. F.; SIPAÚBA-TAVARES, L. H. Eutrofização e qualidade da água na piscicultura: consequência e recomendações. **Boletim Instituto da Pesca**, v. 36, n. 2, p. 149-163, 2010.

OLIJNYK, D. P. **Avaliação da nitrificação e desnitrificação de esgoto doméstico empregando filtros plantados com macrófitas (wetlands) de fluxos vertical e horizontal – sistemas híbridos**. 2008. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

PARRON, L. M.; MUNIZ, H. de F.; PEREIRA, C. M. **Manual de procedimentos de amostragem e análise físico-química de água**. Colombo: Embrapa Florestas, 2011. 67 p. (Embrapa Florestas. Documentos, 232).

PEREIRA, L. P. F.; MERCANTE, C. T. J. A amônia no sistema de criação de peixes e seus efeitos sobre a qualidade da água uma revisão. **Boletim Instituto da Pesca**, v. 31, n. 1, p. 81-88, 2005.

POMPÊO, M. **Monitoramento e manejo de macrófitas aquáticas em reservatórios tropicais brasileiros**. São Paulo: Instituto de Biociências da USP, 2017. 138 p.

POMPÊO, M. Monitoramento e manejo de macrófitas aquáticas. **A ecologia Brasiliensis**, v. 12, n. 3, 2008 (Exemplar dedicado a: Monitoramento biológico em ecossistemas aquáticos continentais).

QUEIROZ, J. F. de; BOEIRA, R. C. **Boas práticas de manejo (BPMs) para reduzir o acúmulo de amônia nos viveiros de aquicultura**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2007. 5 p. (Embrapa Meio Ambiente. Comunicado Técnico, 44).

REIS, J. A. T.; MENDONÇA, A. S. F. Technical analysis of the new Brazilian concentration limits for ammonia in effluents and bodies of water. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 14, n. 3, p. 353-362, 2009.

ROJAS, E. T.; ROCHA, O. Influência da alcalinidade da água sobre o crescimento de larvas de Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus* Linnaeus, 1758 Perciformes, Cichlidae). **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, v. 26, n. 2, 2004.

SAS INSTITUTE INC. Base SAS® 9.1.3 **Procedures Guide**. 2nd ed. Cary, NC, 2006. v. 1-4.

SILVA, M. S. G. M. e; LOSEKANN, M. E.; HISANO, H. **Aquicultura: manejo e aproveitamento de efluentes**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2013. 39 p. (Embrapa Meio Ambiente. Documentos, 95).

SISTE, C. E.; GIRAO, E. G.; DUNCAN, B. L. **Manual para formação e capacitação de grupos comunitários em metodologias participativas de monitoramento da qualidade da água – módulo III: avaliação físico-química**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2011. 48 p. (Embrapa Agroindústria Tropical. Documentos, 135).

Exemplares desta edição
podem ser adquiridos na:

Embrapa Amazônia Ocidental

Rodovia AM-010, Km 29,
Estrada Manaus/Itacoatiara
69010-970, Manaus, Amazonas
Fone: (92) 3303-7800
Fax: (92) 3303-7820
www.embrapa.br

www.embrapa.br/fale-conosco/sac

1ª edição

Publicação digital (2019)

Impressão e acabamento
Embrapa Amazônia Ocidental



MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO



Comitê Local de Publicações
da Unidade Responsável

Presidente

Cheila de Lima Bojink

Secretária

Gleise Maria Teles de Oliveira

Membros

Maria Augusta Abtibol Brito de Sousa, Maria

Perpétua Beleza Pereira e Marcos Vinicius

Bastos Garcia

Revisão de texto

Maria Perpétua Beleza Pereira

Normalização bibliográfica

Maria Augusta Abtibol Brito de Sousa

(CRB 11/420)

Projeto gráfico da coleção

Carlos Eduardo Felice Barbeiro

Editoração eletrônica

Gleise Maria Teles de Oliveira

Foto da capa

Jony Koji Dairiki

CGPE 15826